

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DOĞRUSAL PROGRAMLAMA METODU İLE
ÜRETİM PLANLAMASI
(ISPARTA MENSUCAT A.Ş.'NDE UYGULAMA)**

**Danışman
Doç. Dr. İbrahim GÜNGÖR**

**Hazırlayan
N. Filiz TÜRKÖZ**

ISPARTA-2001

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
GİRİŞ	6

BİRİNCİ BÖLÜM ENDÜSTRİYEL İŞLETMELERDE ÜRETİM PLANLAMASI VE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

1.1. ÜRETİM PLANLAMASI.....	7
1.1.1 Üretim Planlamasının Tanımı	7
1.1.2. Üretim Planlamasının Amacı	7
1.1.3. Üretim Planlamasının Önemi	8
1.1.4. Üretim Planlamasının Yararları.....	9
1.1.5. Üretim Planlamasının Hazırlanması	10
1.1.6. Üretim Planlamasının Hazırlanmasında Dikkat Edilecek Hususlar	11
1.1.7. Üretim Planlaması Çeşitleri.....	12
1.1.7.1. Kısa Dönemdeki Planlar	12
1.1.7.2. Orta Dönemdeki Planlar	12
1.1.7.3. Uzun Dönemdeki Planlar	12
1.1.8. Üretim Planlamasında Matematiksel Yöntemler	12
1.1.8.1. Çok aşamalı Planlama.....	13
1.1.8.2. Amaç Programlama	13
1.1.8.3. Simülasyon ile planlama	13
1.2. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA	13
1.2.1. Doğrusal Programlamanın Tanımı.....	14
1.2.2. Doğrusal Programlamanın Uygulama Alanları	14

1.2.3. Genel Bir Doğrusal Programlama Modelinde Bulunması Gereken Şartlar:	15
1.2.4. Genel Bir Doğrusal Programlama Modelinin Matematiksel İfadesi	16
1.2.5. Doğrusal Programlamanın Çözüm Teknikleri	18
1.2.5.1. Grafik Yöntemle Çözüm	18
1.2.5.2. Simpleks Yöntemle Çözüm	18
1.2.5.2.1. Simpleks Metodunun Tanımı	18
1.2.5.2.2. Simpleks Metodunda İzlenecek Sıra	19
1.2.5.3. Simpleks Metodunda Özel Durumlar	19
1.2.5.3.1 Çözümsüz Problemler	19
1.2.5.3.2. Sınırsız Çözümler	20
1.2.5.3.3. Çoklu Optimal Çözümler	20
1.2.5.3.4. Bozuk Çözümler	20
1.3. TAM SAYILI PROGRAMLAMA	20
1.3.1. Kullanım Alanları	20
1.3.2. Tamsayı Programlamada Çözüm Yöntemleri	21

İKİNCİ BÖLÜM

İPLİK FABRİKALARININ İPLİK BOYAMA BÖLÜMÜNDE ÜRETİM PLANLAMASI İÇİN İKİ AYRI MODEL ÖNERİSİ

2.1. İPLİK BOYAMA İŞLEMİNİN TANITILMASI	22
2.2. ÖNERİLEN MODELLER	22

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÖNERİLEN MODELİN İSPARTA MENSUCAT İPLİK FABRİKASI BOYAHANESİNDE UYGULANMASI

3.1. İSPARTA MENSUCAT A.Ş.'NE İLİŞKİN GENEL BİLGİLER	24
3.2. UYGULAMANIN AMACI	25

3.3. UYGULAMA BULGULARI	25
SONUÇ	30
KAYNAKÇA	31

ÖZET

Bu tez çalışmasında, doğrusal programlama tekniği kullanılarak üretim planlaması yapılmıştır. Uygulama yeri, Isparta Mensucat İplik Fabrikası Boyahanesi'dir.

Araştırma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; üretim planlamasının tanımı, amacı, önemi, yararları, hazırlanması ve çeşitleri gibi konularla, üretim planlamasının matematiksel yöntemleri incelenmiştir. Bunun yanında, doğrusal programlamanın tanımı, uygulama alanları, genel bir doğrusal programlama modelinin matematiksel ifadesi ile çözüm tekniklerinden, simpleks metodu ve tamsayı programlama konularına değinilmiştir.

İkinci bölümde; iplik fabrikalarında iplik boyama işleminin nasıl yapıldığı anlatılarak iki ayrı model önerisinde bulunulmuştur.

Üçüncü bölümde ise; uygulama yeri olan, Isparta Mensucat İplik Fabrikası Boyahanesi'nde önerilen iki model uygulanmış, değerlendirilmesi yapılmıştır.

ABSTRACT

In this thesis working, production planning had been done by using linear programming technique. Application place is, the dye house of Isparta Mensucat Ring Factory.

This research contains three chapters. In the first chapter, not only the explanation of production planning, its aim, importance, maintenance, preparation and types of production planning but also mathematical methods of production planning had been researched. In addition, the subjects such as the explanation of linear programming, its uses and application areas, mathematical expression of a general linear programming model; also the solution technique simplex method and integer number programming had been researched.

In the second chapter; by explaining how can the dying process done in the ring factories the two different kinds of model had been offered.

Finally, in the third chapter; the two kinds of models had been applied at the dye house of Isparta Mensucat Ring Factory and their utilizations had been done.

GİRİŞ

İşletmelerin üretimini etkileyen faktörler; fiyat, kalite, zaman, üretim kapasitesi, hammadde, piyasa, müşteri değişkenleridir. İşletmeler üretim faaliyetlerini, bu değişkenler doğrultusunda minimum maliyet ya da maksimum kar amacına yönelik yürütmek durumundadırlar. Bu sebeple; üretimlerini istenilen miktar, kalite, yer, zaman ve çalıştırılacak iş gücü bakımından nelerin, nerelerde, kimler tarafından, ne zaman ve nasıl yapılacağına ilişkin bir üretim planı yaparak yürütmeleri gerekmektedir. Üretim planlaması yapılırken ortaya çıkabilecek karmaşık sorunların çözümünde kantitatif karar verme teknikleri kullanılır. Bu tekniklerin başında gelen doğrusal programlama yöntemi, yapılan üretim planının etkin ve optimum olmasını sağlar.

Bu çalışmada, iplik fabrikalarında boyahanelerin istenilen kalitedeki üretimini maksimize ederek, birim üretim maliyetlerinin minimize edilmesinin yolları araştırılmış ve bu amaca uygun olan bir tam sayılı doğrusal model önerilmiştir.

Yapılan bu araştırmada, Isparta Mensucat İplik Fabrikasının Boyahanesi uygulama yeri olarak seçilmiştir. Böylece bütün boyahanelerde kolayca kullanılabilecek, etkili bir üretim planı, doğrusal programlama metodu yardımıyla çözümlenecektir. Yapılan literatür taramasında, bu konuda yapılmış bir çalışmaya rastlamak mümkün olmamıştır.

Araştırma; üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; üretim planlaması ve doğrusal programlama konuları etrafıca incelenmiştir. İkinci bölümde, iplik boyahanelerinde üretim planlamasında kullanılabilecek iki ayrı tamsayılı doğrusal model önerilmiştir. Üçüncü bölümde ise, önerilen modellerin Isparta Mensucat Tekstil Fabrikası İplik boyahanesinde uygulanması yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

Endüstriyel İşletmelerde Üretim Planlaması ve Doğrusal Programlama

1.1. Üretim Planlaması

Bütün planlar gibi üretim planı da, geleceğe ilişkin olayların tahmin edilmesine yarar.¹ Üretim Planlamasının çeşitli tanımları aşağıda daha geniş olarak verilmiştir.

1.1.1 Üretim Planlamasının Tanımı

Üretim planlaması gelecekteki imalat faaliyetlerinin (veya miktarlarının) düzeylerini ve limitlerini belirleyen fonksiyon olarak tanımlanabilir. Buna göre üretim planlamasında (ÜP) ayrıntılara inilmediği ve bu açıdan kesinlik bulunmadığı söylenebilir. Üretim planları üzerinde gerektiği zaman değişiklikler yapılabilir. Hangi mamulün, ne zaman ve hangi iş istasyonlarında işlem görerek imal edileceği üretim planlarında değil, üretim programlarında belirlenir.²

Üretim Planlaması bir başka tanıma göre; bir firmanın, işletmenin, endüstrinin gelecekteki imalat işleri için gerekli kaynakları karşılaştırmak; bu kaynakları, üretilmesi istenen ürünün gerekli miktarlarını en az maliyetle üretmek için tahsis etmektir.³

Yukarıdaki tanımlara dikkat edilirse üretimle ilgili dört ana faktör karşımıza çıkacaktır: Miktar, Kalite, Zaman ve Maliyet. Üretim yönetimi ise bu dört faktörün en uygun değerlerinin elde edilmesidir.⁴

1.1.2. Üretim Planlamasının Amacı

Üretim Planlamasının temel amacı, belirli bir mamulün üretimi istenilen miktarda ve nitelikte gerçekleştirmektir. Bunun sağlanabilmesi, gerekli üretim faktörlerinin yeterli miktarda ve uygun zamanda sağlanabilmesi ile mümkün olur. Üretimi düşünülen mamulün nitelikleri ve miktarı; hammadde, malzeme, işgücü ve sermaye maliyetleri gibi üretim faktörleriyle doğrudan ilgili olmaktadır.⁵

¹ ÖMÜRBEK Nuri, *Doğrusal Programlama Tekniği ile Üretim Planlaması ve Isparta Frukco-Tamek Fabrikasında Uygulama*, Isparta, 1996, s:1.

² KOBU Bülent, *Üretim Yönetimi*, 10.Baskı, İstanbul Üniv. İşletme Fakültesi, İşletme, İşletme İktisadi Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı, Yayın No: 04, İstanbul, 1998, s:414.

³ ASLAN Demir, *Üretim Planlama ve Kontrol I-II*, Ege Üniv. Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 1339, İzmir, 1981, s:3.

⁴ SAYGILI İrfan, *Üretim Yönetiminin Fonksiyonları*, İşletme Fakültesi, Yayın No:244, İstanbul, 1991, s:3.

⁵ TEKİN Mahmut, *Üretim Yönetimi*, Cilt I, Selçuk Üniv., İ.İ.B.F. Öğretim Üyesi, Konya, 1996, s:247.

Üretim planlarının uygulama ve kullanım açısından diğer iki amacı ise şunlardır:⁶

1. Öngörülen maliyetler, üretim politikası, işgücü stabilitesi, finansman ve müşteri servisi gereksinimlerini karşılamak üzere planlama. Buna direkt planlama da denmektedir ve bu tür planlar imalat işleminin düzenlenmesi kadar, yedek kapasitenin nerede gerekeceği hususunu da kapsar.

2. İşletmenin temel politikasını ortaya koymak ve yöneticiye rehberlik etmek için hazırlanan planlar. Yöneticiler çoğu kez kalitatif faktörlerin tartılandırılmasında güçlük çekerler. Seçenekli politika varsayımları ışığı altında yapılacak planlar, yöneticinin karar vermesinde yardımcı olurlar.

1.1.3. Üretim Planlamasının Önemi

Üretim Planlamasının önemi üretim sistemlerinin gelişmesine paralel olarak hızla artmıştır. Modern bir imalat işletmesinde üretim planlamasının kaçınılmaz bir şekilde yer almasını gerektiren nedenler şöyle sıralanabilir:

- Üretim sistemlerinin faaliyet yoğunluğu ve karmaşıklığı.
- İşletme içi faaliyetlerin koordinasyonu zorluğu.
- İşletmeler arasındaki bağımlılık ve ilişkilerin gelişmesi.
- Tüketici kitlesinin genişlemesi ve isteklerin değişik olması.
- Tedarik ve dağıtım faaliyetlerinin geniş bir alana yayılması.
- Hizmet, kalite ve fiyat rekabetinin yoğunlaşması.

⁶ ASLAN Demir, s:3.

⁷ KOBU Bülent, s:414.

- İşletmenin ekonomik düzeyde çalışmasını sağlamak amacı ile malzeme, makine zamanı ve insan gücü kayıplarının minimum düzeye indirilme zorunluğu.

Bu nedenlerden dolayı üretim planlamasından sorumlu olanların aşağıdaki bilgilere sahip oldukları kabul edilebilir:⁸

1. Ürünün özelliklerinin ve yapısının tanımlanması, malzemeler, fiili kapasite, toleranslar, kalite ve test gerekliliği vb.

2. Ana hatlarıyla ürünün modeli.

3. Ürünün yada kısımlarının ayrıntılı çizimleri,

4. Tam üretime başlanması için öngörülen tarih,

5. Sermaye giderlerini, araç ve gereçlerin sağlanmasını, stoklara ayrılacak miktarı, sermaye giderinin nasıl finanse edileceğini gösteren bütçe yetkisi, yürütmekte olan iş, stoklar, vs.

1.1.4. Üretim Planlamasının Yararları

Üretim planlamasına; input-output ilişkilerini belirleyen tekniğin hızlı gelişmesi, üretim faaliyetlerinin karmaşıklığı ve eşgüdüm zorluğu, üretim faktörlerinin ekonomik olarak kullanılma zorunluluğu, işletmelerin birbirinden tam bağımsız olarak faaliyet göstermemeleri gibi nedenlerden dolayı gerek duyulur. Dolayısıyla; üretim planlaması;

- Düşük üretim maliyeti,
- En iyi stok yatırımı,
- Dengeli bir üretim,
- Üretim faktörlerinin maksimum kullanılması,
- İşletme karında olumlu değişiklikler,
- Yeni ürünlerin pazarlamasının kolaylaşması,
- İşletmenin rekabet gücünün artması ve sağlamlaşması

⁸ LOWE P.H., *Üretim Planlaması*, İstanbul Reklam Yayınları:11, 1972, s:12.

gibi yararlar sağlar.

1.1.5. Üretim Planlamasının Hazırlanması

Sürekli üretim yapan, mamul çeşidi fazlalığı ve talep dalgalanmalarıyla stok bulundurma zorunluluğunda olan bir imalat işletmesinde üretim planlarının hazırlanması için yapılacak işler şöyle sıralanabilir:⁹

1. Üretim planının kapsayacağı zaman aralığı tespit edilir:

Genellikle birer aylık dilimler halinde bir yıllık dönem alınır. Stok düzeylerini, üretim hızını ve kapasite durumunu kontrole yarayan bu plan daha sonra üçer aylık dönemleri kapsayan haftalık üretim programlarına dönüştürülür. İşletmenin özellikleri gerektirdiği takdirde, daha kısa veya uzun zaman aralıkları seçilebilir.

2. Ekonomik stok düzeyleri hesaplanır: Stok politikalarına ve talep değişim özelliklerine göre maliyetleri minimum yapan miktarlara emniyet stokları eklenerek bulunur.

3. Talep tahminleri yapılır: Plan dönemi içinde talebin aylara veya uygun bir zaman aralığına göre değişimi ve minimum-maksimum düzeyleri belirlenir.

4. Plan dönemi başındaki ve sonundaki stok düzeyleri belirlenir: Dönem başında ambarda bulunan ve henüz ambara sevk edilmemiş bulunan mamuller ve dönem sonunda emniyet stokuna ek olarak bulundurulması istenen mamullerdir.

5. Başlangıç ve bitiş stokları arasındaki fark bulunur.

6. Planlama dönemi içinde üretilmesi gereken miktar bulunur: Dönem içindeki satış tahmini ile 5.maddede elde edilen değerde istenen değişme miktarı toplamından ibarettir.

7. Üretilmesi istenen miktar dönem dilimlerine dağıtılır: Dağıtım; stok düzeyleri; üretim hızının değişkenliği, tatil kayıpları,

⁹ KOBÜ Bülent, s:416.

tamir-bakım süreleri ve kapasite olanakları göz önüne alınarak yapılır.

1.1.6. Üretim Planlamasının Hazırlanmasında Dikkat Edilecek

Hususlar

Üretim planının uygulanabilir ve gerçekçi olması için hazırlanması sırasında bazı hususların göz önünde bulundurulması gerekir. Bunlar:¹⁰

Üretim hızının, kapasitesinin ve ürün çeşidinin değişmesi için bir hazırlık süresine ihtiyaç vardır. Bu süre üretim planlamasını etkilemeyecek biçimde hesaba katılması gerekir.

- Toplu izinler ve bayram tatilleri hesaba katılmalıdır.
- Çok soğuk ve sıcak mevsimlerde ve günlerde verimliliğin düştüğü dikkate alınmalıdır. Bu günlerde izinlerin ve devamsızlıkların artabileceği göz önüne alınmalıdır.
- Toplu sözleşme maddeleri ve iş yasaları göz önünde bulundurulmalıdır.
- Öğrenmeden kaynaklanan verimlilik artışları dikkate alınmalıdır.
- Tedarikteki gecikmeler, aksaklıklar ve iş kazaları için tolerans tanınmalıdır.
- Bakım-onarım faaliyetleri için zaman ayrılmalıdır.
- Üretim planlamasında taahhütler, verilmiş sözler ve siparişler göz önünde tutulmalıdır.
- Üretimi artırıcı ve azaltıcı çeşitli yollardan uygun olanı seçilmelidir.

¹⁰ BARUTÇUGİL İsmet S., *Üretim Sistemi ve Yönetimi Teknikleri*, Genişletilmiş 2. Baskı, Uludağ Üniv. Yayınları, Bursa, 1988, s.163.

1.1.7. Üretim Planlaması Çeşitleri

Üretim planlaması konuları arasında; üretim ve stok düzeyinin tespiti, minimum maliyetle üretimdeki işlemlerin sıralanması ve sistemin kurulması, hammaddenin üretimi aksatmayacak şekilde temini, yeni tezgahların alınması, ilave binaların devreye girmesi gibi sorunlar olabilir. Ancak bunların her biri için gerekli süre aynı değildir. Bu yüzden planlama işleminin yapısı, yani kullanılan teknikler, çalışan personelin sayısı, planın ayrıntılı olma derecesi, kısmen planlama ufku ya da planın yapıldığı sürenin genişliğine bağlıdır.¹¹

Üretim planları amaçlarına göre birkaç aydan başlar bir yıl ya da daha fazla bir süreyi kapsayabilirler. Genellikle planlar sürelerine göre gruplandırılırlar.¹²

1.1.7.1. Kısa Dönemdeki Planlar

Bunlar, üretimde uygulanacak işlem planları ve programlarıdır. Günlük, haftalık, ya da aylık olarak hazırlanırlar. Ürünün üniteler arasında nasıl bir yol izleyeceğini, tezgahların nasıl yükleneceğini, ara ürün, hammadde, üretim ve stok seviyelerinin kontrolleriyle ilgili kararları kapsarlar.

1.1.7.2. Orta Dönemdeki Planlar

Bu tür planlar genellikle bir üretim devresini kapsarlar. Minimum maliyette, kapasiteden maksimum yararlanmayı sağlayacak planlardır. Çalışma konusu bu tip bir planın kapsamına girmektedir.

1.1.7.3. Uzun Dönemdeki Planlar

Bu tip planlar çoğu kez birden fazla yıl için söz konusudurlar. Binaların inşaatı, sermaye mallarının satın alınması ve üretim konusuyla ilgili araştırma geliştirme gibi alanlarda yapılan planlardır.

1.1.8. Üretim Planlamasında Matematiksel Yöntemler

Optimizasyon problemlerinin matematiksel analizi için model kurmada fonksiyonel ve sağduyuya dayalı (lojistik, heuristic) olmak üzere iki türlü yaklaşım söz konusudur.¹³ Fonksiyonel yaklaşımda problemdeki amaç belirli şartlar ve sınırlar altında fonksiyonlar ve eşitsizliklerle ifade edilebilmelidir. Aksi halde matematik analiz söz konusu değildir. Çünkü doğrusal ve doğrusal olmayan programlama tamamen birer matematik tekniklerdir.¹⁴

Optimizasyon teknikleri arasında doğrusal programlamanın önemli bir yeri ve önemi vardır. Bu teknik üzerinde ilk defa ekonomistler uğraşmışlardır. Sınırlı kaynakların rekabete dayanan bir ekonomide en iyi biçimde nasıl dağıtılabileceğini matematik olarak ifadeye çalışmışlardır.

Doğrusal programlama teorisi ve uygulamasında gelişme, Dantzig'in Simpleks çözüm tekniğini bulmasından sonra olmuştur. Dantzig'in 1947'de hava kuvvetlerinin planlaması

¹¹ GÜRDOĞAN Nazif, *Üretim Planlamasında Doğrusal Programlama Ve Demir Çelik Endüstrisinde Bir Uygulama*, Ankara Üniv. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No:473, 100.Doğum Yılında Atatürk'e Armağan Dizisi:14, s:18.

¹² GÜRDOĞAN Nazif, s:18.

¹³ GÜRDOĞAN Nazif, s:27.

¹⁴ GÜRDOĞAN Nazif, s:27.

projesinde yaptığı çalışma ilk uygulama örneklerinden biridir. Bu çalışmada amaçlanan belirli hedeflere varabilmek için, çeşitli faktörlerin nasıl birleştirileceği doğrusal bir modelle ifadeye çalışılmıştır.¹⁵

Dantzig'in yaptığı bir çalışma doğrusal programlama modelinin endüstri sorunlarına uygulanmasının yolunu açmıştır. Bunu değişik sektörlerdeki uygulamalar izlemiştir. Mamul yapısında bileşenlerin oranının tayini, ürün kombinasyonunun bulunması gibi verimliliği artırıcı ilginç modeller geliştirilmiştir.¹⁶

Üretim planlaması için doğrusal programlamanın, zaman dönemi boyunca, kullanılışı üretim masrafları ile stok bulundurma masrafları kombinasyonunu en küçükleme içindir.¹⁷

Doğrusal programlama ileride ki bölümlerde geniş olarak ele alınmaktadır.

1.1.8.1. Çok aşamalı Planlama

Üretim sistemlerinin çoğunda birden fazla aşamalı olarak çalışılır. Çünkü, aşamaların farklı programlarla çalışması daha gerçeğe yakın bir durumdur.

Çok aşamalı sistemi modelleştirmede temel husus, aşamaları oluşturan işlemlerin yada iş elemanlarının gruplandırılmasıdır. Her aşamadan sonra bir ara stok oluşur ve bir sonraki aşama bu ara stoku input olarak kullanır.¹⁸

1.1.8.2. Amaç Programlama

Bir organizasyonun amaçları yönetimin tipine, felsefesine ve karakterine göre çeşitlilik gösterir. Genellikle karın en çoklanması başlıca amaç gibi görünür. Çünkü işletmeler ekonomik amaçlarla kurulur ve çalıştırılır düşüncesi üstün gelmektedir. Ancak modern işletmecilikte ekonomik olmayan amaçlar da vardır ve kar en çoklanması yanı sıra bu amaçlar da gözetilir.¹⁹

1.1.8.3. Simülasyon ile planlama

Doğrusal olmayan ilişkiler ve karmaşık karşılıklı etkilemeler içinde bulunan değişkenlerin matematiksel yöntemler ve modellerle çözümü güçtür. Oysaki bir çeşit taklit olan simülasyon ile belirli bir politika yürütülünce sonucunda ne olacağı kestirilebilir. Simülasyon model kurma işlemini küçük parçalara ayırmak, bunları karşılıklı etkilenmelerini gösterecek biçimde ve doğal sıraları içinde, kombine etmektir.²⁰

1.2. Doğrusal Programlama

Günümüzde endüstri ve ekonomik problemlerin çözümünde geniş kullanım alanına sahip olan doğrusal programlama bir işletmenin, ulaşım, üretim, para, atama, dağıtım ve reklam gibi bir çok faaliyetlerinde kullanılmaktadır.²¹

¹⁵ GÜRDOĞAN Nazif, s:28.

¹⁶ GÜRDOĞAN Nazif, s:28.

¹⁷ ASLAN Demir, *Mühendisler Ve İşletmeciler İçin Üretim Planlama*, Bilgehan Basımevi, Bornova, İzmir, 1985, s:191.

¹⁸ ASLAN Demir, s:207.

¹⁹ ASLAN Demir, s:213.

²⁰ ASLAN Demir, s:228.

²¹ GÖKSU Ali, *Doğrusal Programlama ve Sümer Halı A.Ş. Isparta Halı Fabrikasında bir Optimizasyon Uygulaması*, Sivas, 1998, s:2.

1.2.1. Doğrusal Programlamanın Tanımı

Doğrusal Programlama bir optimizasyon (en iyileme) tekniğidir. Yöneylem araştırmasının klasik optimizasyon modellerinden biri olup, üretim sistemlerinin planlanmasında yaygın biçimde kullanılır.²²

Doğrusal Programlama, değişkenlere ve kısıtlayıcılara bağlı kalarak amaç fonksiyonunu en uygun (maksimum veya minimum) kılmaya çalışır. Buna göre Doğrusal Programlama, değişkenlere ve kısıtlayıcılara bağlı kalarak amaca en iyi ulaşma tekniğidir. Temelde doğrusal programlama, verilen optimallik ölçütüne bağlı kalarak kısıt kaynakların optimal dağıtımını içeren matematiksel bir tekniktir.²³

Bir başka tanıma göre doğrusal programlama, doğrusal eşitlik veya eşitsizlikler halinde bulunan kısıtlayıcı şartlar altında, belli bir amaç fonksiyonunun en iyilenmesidir.²⁴

1.2.2. Doğrusal Programlamanın Uygulama Alanları

İlk olarak uygulandığı alan, kaynak tahsisi ve dağıtım sorunları olmuştur.²⁵

Ekonomi ve organizasyon olaylarının matematik modelleri içinde doğrusal programlamanın önemli bir yeri vardır.²⁶ Doğrusal Programlamanın uygulama amacı ve uygulama alanları özet olarak aşağıda verilmiştir.²⁷

a) Birden fazla kaynaktan elde edilen outputun birden fazla noktaya dağıtılması problemleri, bu dağıtım işinde kaynakların kapasitesi ve dağıtılan noktaların ihtiyaç miktarları birer tahdit mahiyetindedir.

b) Bileşken karışımı problemleri, birden fazla malın üretiminde kullanılacak olan üretim tesis kapasitesinin tahsisi, kapasitenin tahsis miktarları, her bileşkenden ne miktar karıştırılacağı.

c) Yapmak veya satın almak problemleri veya dışarıdan bir firmaya iş verme; hangi mallar işleme tabi tutulmalı, hangileri dışarıdan temin edilmeli, konularındaki kararlarda,

²² YAMAK Oygur, *Üretim Yönetimi, Sistemler, İlkeler Ve Teknikler*, Marmara Üniv., İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Ana Bilim Dalı, İstanbul, 1994, s:221.

²³ ÖZTÜRK Ahmet, *Yöneylem Araştırması*, V.Baskı, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa, Ekim, 1997, s:23.

²⁴ ESİN Alptekin, *Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri*, 3.Basım, Gazi Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1998, s:24.

²⁵ KARAYALÇIN İlhami, *Yöneylem "Harekat" Araştırması, Operations Research, Kantitatif Karar Verme Yöntemleri*, Geliştirilmiş 3. Baskı, Menteş Kitabevi, İstanbul, 1993, s:111.

²⁶ KOÇER Melih, *Harekat Araştırması ve Analiz Teknikleri*, Ankara Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Yayınları No:3, İşletme Mühendisliği Bölümü No:3, Ankara, 1981, s:117.

²⁷ ŞEN Salim, *Temel üretim Yönetimi, (İlkeler ve Uygulamalar)*, İşletme Yönetimi Bölümü, İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Neşriyat ve Yardım Bürosu, Ankara, 1974, s:101.

- d) Öngörülen yatırımların getireceği gelirlerin değerlendirilmesi.

Doğrusal programlamanın işletmelerde bulacağı uygulama alanları çok çeşitlidir. İşletmelerin birçoğunda yararlanılan Doğrusal Programlama metodu yukarıda belirtilenlerden başka:

1. En karlı üretim(imalat) programının tespiti,
2. En iyi envanter stratejisinin tespiti,
3. Satın alma veya satış fiyatlarında yapılacak değişikliklerin etkilerinin ölçülmesi,
4. En karlı mal karışımının (product mix) tespit edilmesi. Malın yapılması veya dışarıdan satın alınması kararlarında,
5. Kuruluş yeri seçiminde. En iyi yer tespiti problemlerinde,
6. En düşük maliyetle üretimin, zaman esasına göre düzenlenmesi,
7. Dağıtım yerlerinin veya depoların en uygun kuruluş yerinin seçilmesi gibi konularda Doğrusal Programlama metodu kullanılır.

1.2.3. Genel Bir Doğrusal Programlama Modelinde Bulunması

Gereken Şartlar:

Bir modelin doğrusal programlama tekniği ile çözülebilmesi için, modelde aşağıdaki şartların bulunması gerekir.²⁸

- a) Modelin unsurları rakamla ifade edilebilmelidir. Bu özellik matematik modellerin en önemli şartıdır. Doğrusal programlama, rakamla ifade edilemeyen (kalitatif) unsurları içine alan modellerin çözümünde kullanılamaz.

- b) Değişkenler arasında alternatif seçim mümkün olmalıdır.

Objektif fonksiyondaki şartı gerçekleştirebilmek için, üretim faktörleri ve üretim teknikleri arasında bir seçim yapılabilmelidir. Mesela, yalnızca bir makineye veya insan emeğine ihtiyaç gösteren üretim tekniklerinde, seçim yapılması mümkün olmadığından, doğrusal programlama uygulanamaz.

- c) Değişkenler arasında kurulan bağlantıların, lineer olması gerekir.

Lineerlik denince, modelde bulunan bütün eşitlik ve eşitsizliklerin içindeki değişkenlerin, birinci dereceden olması ve bu ifadelerin grafiklerinin bir düzeyi göstermesi anlaşılır. Bu özellik doğrusal programlamaya uygulanırsa, her değişkenin başındaki katsayının sabit ve değişkenin birinci dereceden olması gerektiği sonucuna varılır.

²⁸ ŞENEL Musa, *Doğrusal Programlama Metodu İle Üretim Planlaması ve bir Tekstil İşletmesinde Uygulama*, Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, No:110/64, Sevinç Matbaası, Ankara, 1974, s:9.

d) Doğrusal programlamanın uygulanacağı işletme problemi kısa devreli olmalıdır.

Doğrusal programlamanın en önemli şartı olan doğrusallık, ancak kısa devrede gerçekleşebilir. Mesela, kar maksimizasyonu problemlerinde, fiyatlar ancak kısa devrede sabit olabilir. Eğer uzun bir devre ele alınıp, doğrusal programlama tekniği uygulanırsa, doğrusallık şartı gerçekleşmeyeceğinden çıkan sonuç yanlış olur. Çünkü, uzun devrede fiyatlar çeşitli etkenlerle değişebilir.

Ayrıca, işletmeler uzun devrede makinelerini yenileyebilirler veya başka bir üretim tekniği ile üretim yapabilirler. Uzun devrede, azalan masraflar kanunu gereğince, belirli bir süre masraflar azalır ve bir noktadan sonra masraflar yükselmeye başlar. Bu gibi hallerde, değişkenler arasındaki ilgi doğrusal değildir. Demek ki, uzun devreyi kapsayan modellerin çözümünde doğrusal olmayan programlama teknikleri kullanılmalıdır.

1.2.4. Genel Bir Doğrusal Programlama Modelinin Matematiksel

İfadesi

Bir doğrusal programlama problemi gerçekleştirilmesi arzu edilen, açık ve ölçülebilir bir biçimde belirlenen bir doğrusal amaç fonksiyonu ile bu amaç fonksiyonunun gerçekleşme derecesini yani alabileceği sayısal değeri sınırlayan, doğrusal eşitlik ve eşitsizlikler biçiminde ifade edilen kısıtlılıklardan oluşur.²⁹

Çözülecek problemin maksimum ve minimum problem oluşuna göre doğrusal programlama modellerini iki şekilde formüle etmek mümkündür.

Her iki modelin yapı özelliklerini şöyle sıralayabiliriz.³⁰

- a) Amaç Fonksiyonu
- b) Sınırlayıcı şartlar
- c) Negatif olmama şartı
- d) Bütün ilişkilerin doğrusal olduğunun kabul edilmesi.

Genel bir doğrusal programlama problemini matematiksel olarak aşağıdaki şekilde yazabiliriz.³¹

- a) Amaç fonksiyonu:

$$Z = \sum X_i C_i$$

$$Z = X_1 C_1 + X_2 C_2 + X_3 C_3 + \dots + X_n C_n \quad (1)$$

- b) Sınırlayıcı denklemler:

$$a_{ij} X_i \leq b_j$$

$$i=1,2,3,\dots,m$$

$$j=1,2,3,\dots,n$$

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1j} X_j + \dots + a_{1n} X_n \leq b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2j} X_j + \dots + a_{2n} X_n \leq b_2$$

²⁹ SARIASLAN Halil, *Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama*, A. Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, 1986, s:58.

³⁰ YILMAZ Zekai, *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, Uludağ Üniv. Basımevi, Uludağ Üniv. Yayınları, No:3, 1988, s:54.

³¹ GÜRDOĞAN Nazif, s:31.

$$\begin{matrix} \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ij}X_j + \dots + a_{in}X_n \leq b_i \end{matrix} \quad (2)$$

$$\begin{matrix} \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mj}X_j + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m \end{matrix}$$

c) Negatif olmama şartı:

$$X_j \geq 0$$

$$j=1,2,3,\dots, n$$

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \geq 0 \quad (3)$$

Aynı problemi matris notasyonu ile de ifade edebiliriz.

a) Amaç fonksiyonu:

$$CX \quad (4)$$

b) Sınırlayıcı şartlar:

$$AX \leq b \quad (5)$$

c) Pozitiflik şartı:

$$X \geq 0 \quad (6)$$

Bunlar açık olarak yazıldığında; amaç fonksiyonun da:

$C=(C_1, C_2, C_3 \dots C_n)$. Bir sıra, $X=(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ bir sütun vektörünü, $A=(a_{ij})$ bir katsayı matrisini, $b=(b_1, b_2, b_3, \dots, b_m)$ bir sütun, (9) numaralı kısıttaki son vektör n boyutlu ve bütün değerleri sıfır olan bir sütun vektörüdür. Vektörler şeklinde de şöyle gösterilebilir:

$$a) \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & C_3 & \dots & C_n \end{bmatrix} \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \vdots \\ X_n \end{matrix} = Z \max \text{ (ya da min) } \quad (7)$$

$$b) \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & a_{i3} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$a_{m1} \ a_{m2} \ a_{mn} \ \ a_{mn} \ X_n \ b_n$$

$$\begin{array}{c} c) \\ X_1 \ 0 \\ X_2 \ 0 \\ X_3 \ 0 \\ \vdots \\ X_n \ 0 \end{array} \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \geq \\ \\ \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \cdot \\ \\ \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \cdot \\ \\ \end{array} \right] \quad (9)$$

Burada,

Z: Amaç Fonksiyonu,
 X_j : Problemdeki karar(ya da seçim) değişkenlerini,
 a_{ij} : X_j değişkenlerinin girdi katsayılarını,
 b_i : Sınırlı kaynak miktarlarını,
 c_j : X_j değişkenlerinin amaç fonksiyonundaki katkı katsayıları,
 m : Kısıtların sayısı,
 n : Değişken sayılarını simgelemektedirler.³²

1.2.5. Doğrusal Programlamanın Çözüm Teknikleri

Doğrusal programlama problemleri, Grafik ve Simpleks yöntemlerden biri ile çözümlenebilir.

1.2.5.1. Grafik Yöntemle Çözüm

Karar değişkenlerinin iki yada üç olduğu durumlarda doğrusal programlama sorunu grafiksel yöntem ile çözülebilir.³³ Karar değişkeni sayısı üçten fazla ise bu yöntem kullanılamamaktadır. Bu nedenle uygulamada pek fazla yer verilmemektedir.

1.2.5.2. Simpleks Yöntemle Çözüm

Doğrusal programlama problemlerini çözmede yaygınca kullanılan simpleks yöntemi ilk kez 1947 yılında Dantzig tarafından geliştirilerek A.B.D. Hava Kuvvetlerinin planlamasında kullanılmıştır.³⁴

1.2.5.2.1. Simpleks Metodunun Tanımı

Simpleks metodu, amaç fonksiyonunu maksimum veya minimum kılacak optimum çözüme, basamak basamak yaklaştıran bir tekrarlamalı ameliyesidir. Her tekrarlamalı, problemi tasvir eden eşitsizliklerle, amaç fonksiyonu birbirine yaklaştırır. Tekrarlamalı sayısı sabit değildir. Tecrübeler göstermiştir ki, tekrarlamalı sayısı ile, modeldeki eşitsizliklerin sayısı hemen hemen eşittir. Bu kural tam olarak doğru olmamakla beraber, tekrarlamaların sayısı hakkında yaklaşık bir bilgi verir.³⁵

³² SARIASLAN Halil, s:61.

³³ TÜTEK Hülya, GÜMÜŞOĞLU Şevkinaz, **Sayısal Yöntemler, Yönetmelik Yaklaşım**, İstanbul, 1994, s:117.

³⁴ ÖZTÜRK Ahmet, **Yöneylem Araştırması**, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 1994, s:55.

³⁵ ŞENEL Musa, s:16.

1.2.5.2.2. Simpleks Metodunda İzlenecek Sıra

1. Sorunun çözümüyle elde edilmek istenen amacı sözel olarak tanımlayın ve tek bir amaç seçin.
2. Verilmesi gereken kararların bir listesini yapın. Bu liste sözel bir liste olsun, fakat kararların kesin sınırını çizmeye çalışın.
3. Bu kararları kısıtlayan faktörleri belirleyin ve bir listesini yapın. Yine bu sözel listenin tam olması gerekir. Birçok sorunda ortaya çıkabilecek genel kısıtlar aşağıdadır. Doğal olarak, elimizdeki sorunda bunlardan başka kısıtlar olabileceği gibi bu kısıtların tümü de yer almayabilir.

Kapasite kısıtları: Bu tür kısıtlar eldeki ekipman, tesis, yer, işçilik miktarları nedeniyle ortaya çıkan kısıtlamalardır.

Pazar kısıtları: Bu kısıtlar mamulün satılabilmesine ilişkin alt yada üst limitlerdir.

Arz kısıtları: Hammadde, işçi ya da fonların kıt olması nedeniyle ortaya çıkan kısıtlardır.

Kalite ya da karışım kısıtları: Bu tür kısıtlar genellikle kalite gereksiniminden kaynaklanan ve nihai üründe kullanılan malzeme karışımlarına konan kısıtlamalardır.

Üretim teknolojisi ya da malzeme dengesi kısıtları: Bu tür kısıtlar herhangi bir süreçten geçerek (genellikle bir miktar kayıpla) ortaya çıkan çıktıyı, girdilerin fonksiyonu olarak tanımlayan kısıtlardır.

Tanımlayıcı kısıtlar: Bu tür kısıtlar belirli bir değişkeni tanımlayan kısıtlardır. Bu tür kısıtlar çoğunlukla muhasebe tanımlarından ortaya çıkarlar.

4. Karar değişkenlerini tanımlayın. Bu aşama genellikle en zor aşamadır. X lerin bir listesi, tanımları ve ölçümleme birimleri gerekmektedir. Bazı sorunlarda değişkenleri tanımlamanın değişik yolları olabilir. Burada ikinci aşamada oluşturulmuş, verilmesi gereken kararların sözel tanımından yola çıkılması önerilebilir. Eğer karar sözel olarak “yapın karışımının belirlenmesi” biçiminde belirlenmişse, olanaklı değişken seti:

X₁: Birinci yapıdan üretilen birim

X₂: İkinci yapıdan üretilen birim

vb. dir. Karar değişkenlerini belirlemenin bir başka yol, akış şeması çizmektir. Bundan sonra değişkenler, değişik bölümler arasındaki akışlar olarak tanımlanabilir.

5. Kısıtları karar değişkenlerini kullanarak açık bir biçimde tanımlayın. 3. aşamada sözel olarak listelenen kısıtları, 4. aşamada tanımlanan karar değişkenlerini kullanarak formel biçime getirin.

6. Amaç fonksiyonu açık bir biçimde tanımlayın. Daha önce tanımlanan her karar değişkeni için maliyet ya da kazanç katsayısı tanımlanmalıdır. Bu aşamada sadece verilecek karardan etkilenen değişken maliyetlerin dikkate alınması, sabit maliyetlerin hesaba katılmaması önemlidir.³⁶

1.2.5.3. Simpleks Metodunda Özel Durumlar

1.2.5.3.1 Çözüksüz Problemler

Değişken sayısı bakımından büyük olan bir doğrusal programlama probleminin hiçbir uygun çözümünün bulunmaması, simpleks yönteminin verdiği bir işaret sayesinde

³⁶ TÜTEK Hülya, GÜMÜŞOĞLU Şevkinaz, s:137.

anlaşılır.³⁷ Bir orijinal problemin hiçbir uygun çözümünün bulunmamasının işareti, ilgili standart problem üzerinde simpleks yöntemi uygulanırken, çözüm sürecinin ön iterasyonlar tamamlanamadan durması demektir. Çözüm sürecinin bu şekilde durması karşısında, orijinal problemin uygun çözümünün bulunmadığına karar verilir. O zaman, ilgili karar problemi yeniden incelenmeli ve orijinal doğrusal programlama problemi kurulurken formülasyon hatası yapıp yapılmadığı araştırılmalıdır.³⁸

1.2.5.3.2. Sınırsız Çözümler

Uygun çözüm alanlarının amaç fonksiyonlarının optimize edildikleri yönde sınırlandırılmamış olmaları, doğrusal programlama problemlerinde ortaya çıkan bir başka teknik sorundur. Bir maksimizasyon probleminde uygun çözüm alanının yukarıdan sınırlandırılmamış olması halinde, karar değişkenlerinin ve amaç fonksiyonunun değerini sonsuza kadar arttırmak ve tersine bir minimizasyon probleminde uygun çözüm alanının aşağıdan sınırlandırılmamış olması halinde, karar değişkenlerinin ve amaç fonksiyonunun değerini sonsuza kadar azaltmak mümkün olur. İşte bu durumda sınırsız çözümlere tanık oluruz.³⁹

1.2.5.3.3. Çoklu Optimal Çözümler

Bir doğrusal programlama probleminde karar değişkenlerinin amaç fonksiyonundaki katsayıları sınırlardan herhangi birindeki katsayılarının k katı ise, çoklu çözüm durumu ortaya çıkmakta, söz konusu problemin sonsuz sayıda optimum çözümü bulunmaktadır.⁴⁰

1.2.5.3.4. Bozuk Çözümler

Bir standart doğrusal programlama probleminin sınır denklemlerinin bir temel çözümünde sıfırdan farklı değişkenlerin sayısı denklem sayısından az ise veya aynı anlama gelmek üzere temel değişkenlerden en az biri sıfır ise, o temel çözüme dejenere çözüm denir.⁴¹

1.3. Tam Sayılı Programlama

Doğrusal programlama problemlerinin tipine bağlı olarak bir kısım değişkenlerin veya bütün değişkenlerin tam sayılı değerler alması hallerinde tam sayılı programlama ortaya çıkmaktadır. Doğrusal programlama sınırlayıcı koşulları arasında değişkenlerin tam sayılı değerler olmasını ifade eden bir sınırlayıcı koşul daha bulunur. Bu ise amaç fonksiyonunda bulunan değişkenlerin 0,1,2,3..... gibi tamsayı değerler almasını ifade eder ve doğrusal programlama sürekli fonksiyonlarla ilgili olurken tam sayılı programlama kesikli fonksiyonla ilgilidir.⁴²

1.3.1. Kullanım Alanları

Tam sayı değerli değişken içeren modeller genellikle büyük ölçekli planlama modelleridir. Kullanım alanlarından bazıları şu biçimde sıralanabilir:

³⁷ ÖZGÜVEN Cemal, *Doğrusal Programlama*, Erciyes Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kayseri, 1986, s:166.

³⁸ ÖZGÜVEN Cemal, s:167.

³⁹ ÖZGÜVEN Cemal, s:167.

⁴⁰ ÖZGÜVEN Cemal, s:178.

⁴¹ ÖZGÜVEN Cemal, s:181.

⁴² HALLAÇ Osman, *Kantitatif Karar Verme Teknikleri, (Yöneylem Araştırması)*, 3.Baskı, Evrim Dağıtım, İstanbul, 1991, s:458.

1. Teçhizat kullanımı. Pahalı ve büyük kapasiteli araç gerecin (otomatik paketleme makineleri, petrol tankeri gibi) modelin planlama süresi içinde kullanılıp kullanılmayacağı, X_j , tam sayılı değişkenlerle simgelenir.
 2. Sabit şarj sorunları. Sabit maliyetlerin üretim düzeyi olarak tanımlanan X_j , değişkenine bağımlı olmaksızın değiştiği, $X_j > 0$ olduğunda sabit üretimi başlatma maliyeti bulunan sorunlar (çelik işletmesinde yüksek fırın kullanımında olduğu gibi).
 3. Atölyelerde iş dağıtım sorunları. Daha önce görüldüğü üzere çeşitli işlerin çeşitli makinelere atanması sorunları ve tek makinede işlenecek n işin en kısa olanaklı zamanda bitirilmek üzere sıraya konulması sorunları.
 4. Yığın üretim sorunları. Üretim planlamasında X_j üretim düzeyini $X_j = 0$ yada $X_j \geq L_j$ (L_j = birim olanaklı yığın üretim miktarı) olacak biçimde kısıtlama gereği olan sorunlar.
 5. Yap-Yapma sorunları. X_j nin 1 ya da 0 olduğu yeni bir tesis kurup kurmama, yeni bir pazara açılıp açılmama sorunları. Bu sorunlar genellikle büyük kapital ve kaynak harcamaları gerektirdiğinden sermaye bütçelemesi sorunları olarak bilinirler.⁴³
- Bir tamsayılı programlama modelinde:⁴⁴
1. Doğrusal Amaç Fonksiyonu,
 2. Doğrusal Yan Şartlar Seti,
 3. Negatif Olmaması Şartı,
 4. Bir yada birden çok değişken için tamsayı olma şartı unsurları bulunur.

1.3.2. Tamsayılı programlamada çözüm yöntemleri

Tamsayılı programlamada çözüm yöntemleri

1. Kesme yöntemleri
2. Araştırma yöntemleri olarak iki sınıfa ayrılabilir.⁴⁵

Kesme yöntemleri, aralıksız optimumla başlayan tamsayı lineer problemler için ilk olarak geliştirilmiş olan yöntemlerdir. Düzenli olarak, tamlama için gerekli şartları belirleyen ilave edilen özel “ikinci derecede” sınırlayıcı şartlar, sürekli çözüm alanının sürekli optimum ekstrem noktası tespit edinceye kadar değiştirilir. Kesme yöntemi terimi mümkün tamsayı noktalarını içermeyen çözüm alanının bazı kısımlarını etkili biçimde elimine eden ilave edilmiş “ikinci derecede” sınırlayıcı şartlardan korur.⁴⁶

Araştırma yöntemleri, hilesiz bir şekilde bütün mümkün tamsayı noktalarının sayılması düşüncesinden kaynaklanır. Temel düşünce, kesin olarak yalnız bir tek mümkün tamsayı kısmını içine alan maharetli testler geliştirmektir, fakat otomatik olarak kalan noktalar da istenmeyerek hesaplanır. Belli başlı araştırma yöntemi “dal sınır” tekniğidir. Teknik sürekli optimumla başlar fakat düzenli bir şekilde, mümkün tamsayı noktaları içermeyen kısımların çözümden çıkarılmasıyla alt problemler içindeki çözüm alanlarına bölünerek optimum çözüme ulaşılır.⁴⁷

Kesme yöntemleri R.E.Gomory tarafından geliştirilmiştir ve tam tamsayı problemi ile “karma algoritma”nın uygulandığı modellerdir. Karma algoritmanın uygulanması “karişik

⁴³ TÜTEK Hülya, GÜMÜŞOĞLU Şevkinaz, s:246.

⁴⁴ ÖZKAN Şule, *Yöneylem Araştırmaları I.*, Atatürk Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Araştırma Merkezi Ders notları:93, Erzurum, 1983, s:41.

⁴⁵ ÖZKAN Şule, s:41.

⁴⁶ ÖZKAN Şule, s:41.

⁴⁷ ÖZKAN Şule, s:42.

tamsayı” problemleri de denmektedir. Dal-sınır algoritması A.H. Land, A.G. Dorg ve R.J. Dakin tarafından geliştirilmiştir.⁴⁸

İKİNCİ BÖLÜM

İplik Fabrikalarının İplik Boyama Bölümünde Üretim Planlaması İçin İki Ayrı Model Önerisi

2.1. İplik Boyama İşleminin Tanıtılması

Boyahanelerde boyama işlemi çeşitli basamaklardan oluşur. İplikler önce boya işlemine başlayabilmek için plastik boya koniklerine sarılır. Bunun sebebi, boya işlemi belli bir sıcaklık ve sulu ortamda gerçekleştiği için koniklerin iplikleri muhafaza edebilecek özelliklere sahip olması gerektiğindendir. Sarılan iplikler daha sonra boyama kazanlarına konmak üzere aparata yerleştirilir. Homojen bir boyama yapabilmek için iplikler bir makine yardımı ile sıkıştırılırlar. Daha sonra boya kazanlarına yerleştirilirler. Boya işlemine başlamadan önce ipliğin üzerindeki yabancı maddelerin (wax, yağ, çeper,... gibi) uzaklaştırılması için iplikler çeşitli kimyasal maddeler yardımı ile, belli bir sıcaklıkta pişirilir. Bu işlem yaklaşık bir buçuk saat sürer. Pişirilen iplikler istenilen rengin reçetesi doğrultusunda boyanır. İki saat süren boyama işleminden sonra, üzerindeki fazla boyayı uzaklaştırmak ve boya işleminde oluşan bazik ortamı nötrleştirmek için asitleme işlemi yapılır. Asitlemeden sonra, boyayı iplik üzerinde sabitleştirmek için fiksaj işlemi yapılır. Fiksajdan sonra sabunlama ve yumuşatma işlemi yapılarak boyama işlemi sonlandırılır. Bütün bu işlemler de yaklaşık olarak dört saat sürer. Daha sonra boya kazanlarından çıkarılan iplikler kurutulmak üzere, kurutma kazanlarına konur. Kurutma işlemi de iki saat sürer. Daha sonra sevk edilmek üzere, bobinler karton koniklere aktarılır, kondisyona konur. İpliklerin kondisyona konmasının nedeni, boyada kaybedilen mukavemet, nem gibi özellikleri ipliklere tekrar kazandırmaktır. Burada 24 saat kalan iplikler paketlenerek yerlerine ulaştırılır. Boyama işlemi görüldüğü üzere, uzun zaman ve maliyet isteyen işlemler serisidir. Su, kimyasal madde, boyar maddeler, işçilik ve kullanılan alet ve makineler önemli bir maliyet oluşturmaktadır.

Boyama işlemi yapılırken, üretim planlaması açısından karşılaşılabilecek çeşitli sorunlar mevcuttur. Bunların başında, kaliteli bir boyalı iplik üretmek için, kazanların tam kapasiteli çalışması gerekmektedir. Ama her zaman istenen sipariş miktarı kazanı tam dolduracak şekilde olmayabilecektir. Bu nedenle, bobinlerin, alınacak su seviyesinde olacak şekilde, düzenlenmesine dikkat edilmelidir.

Bunun yanı sıra, bir başka karşılaşılan sorun, her renk ayrı kazanda boyanmak zorundadır. Dolayısıyla, önemli bir sorun olan siparişin zamanında yetiştirilebilmesi, her renk için ayrı bir boya reçetesi verilerek, ayrı bir boyama prosesi uygulanmasıdır. Sonuç olarak; siparişi en kısa zamanda ve istenen kalitede boyayarak müşteriye ulaştırmak gerekmektedir.

2.2. Önerilen Modeller.

İki ayrı model önerilmiştir. Birincisi;

$$\text{Min } Z = q_1 + p_1 + \dots + p_k$$

Kısıtlar

$$(i=1,2,3,\dots,n) \quad [1]$$

⁴⁸ ÖZKAN Şule, s:42.
$$\sum_{j=1}^{42} a_j x_{ij} \geq b_i$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} - q_j \leq 0$$

(j=1,2,3,...,k) [2]
(L=2,...,m) [3]
 $x_{ij} \geq 0$ ve tamsayı [4]

$$\frac{1}{d_1} q_1 = \frac{1}{d_L} q_L + p_L$$

n = verilen siparişteki farklı renk sayısı

x_{ij} = i inci renkteki ipliklerin j numaralı tipteki kazanda boyanması için j numaralı tipteki kazanların çalıştırılacağı parti (devir) sayısı.

b_i = i numaralı renkten boyanacak iplik miktarı

a_j = j numaralı kazan tipinin bir devirlik kapasitesi

k = farklı kapasitedeki (tipteki) kazan sayısı

q_j = j numaralı tipteki kazanların çalıştırılacağı toplam parti (devir) sayısı

d_L = L numaralı tipteki kazan sayısı

p_L = L numaralı tipteki bir kazan ile, bir numaralı tipteki bir kazanın çalıştığı parti(devir) sayıları arasındaki fark.

[1] nolu kısıtlar:

Sipariş edilen bütün ipliklerin boyanması isteğini yerine getiren kısıtlardır.

[2] nolu kısıtlar:

2 nolu kısıtlarla her tipteki kazanların kaç devir çalışacağı

belirlenir.

[3] nolu kısıtlar:

3 nolu kısıtlar, bütün kazanların aynı devir sayısında çalışmasını sağlamak için konmuştur.

Bu yolla, tüm sipariş miktarının minimum sürede boyanması sağlanmaktadır.

[4] nolu kısıtlar:

4 nolu kısıtlar, değişkenler kazanların çalıştırılacağı parti (devir) sayısını belirlediklerinden dolayı pozitiflik kısıtının yanında tamsayı olma şartının gereği için konulmuştur.

Amaç denklemi, yukarıdaki kısıtlar çerçevesinde boyama süresini minimize etmek için oluşturulmuştur.

İkinci model önerisi ise aşağıdaki gibidir.

Min $Z = y_1$

Kısıtlar:

$$(i=1,2,...,n) \quad [1]$$

$$\sum_{j=1}^k x_{ij} = 1$$

$X_{ij}=1$ i. renkteki ipliğin j. kazanda boyanması halinde,
 $X_{ij}=0$ diğer durumda.

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} x_{ij} - y_j = 0$$

$$\begin{aligned}
& (j=1,2,\dots,k) & [2] \\
p_j - y_j &= 0 & (j=1,2,\dots,k) & [3] \\
y_1 - y_j &\geq 0 & (j=2,3,\dots,k) & [4] \\
X_{ij} &= 0 \text{ veya } 1 & & [5]
\end{aligned}$$

a_{ij} = i numaralı renkten boyanacak iplik miktarı

j numaralı kazan tipinin bir devirlik kapasitesi

a_{ij} = y_j = j tipteki kazanların (parti) devir sayısı
 p_j = j tipteki kazanların toplam kullanım sayısı
 k = farklı kapasitedeki kazan sayısı
 n = verilen siparişteki farklı renk sayısı

[1] nolu kısıtlar:

i numaralı renkten boyanacak ipliğin bir tip kazanda boyanması gereği için konulmuştur.

[2] nolu kısıtlar:

kazan tipleri arasındaki adet farklarını dengelemek için konulmuştur.

[3] nolu kısıtlar:

j tipteki kazanların çalıştırılacağı devir sayısını belirlemek için konulmuştur.

[4] nolu kısıtlar:

y_1 sayısının minimize etmekle tüm y_j leri minimize etmeyi sağlamak ve toplam işlem süresini minimize etme yolunu açmak için konulmuştur.

[5] nolu kısıtlar:

5 nolu kısıtlar, pozitiflik kısıtının yanında değişkenlerin 0-1 değerlerinden birini almaları gereğini sağlamak için konulmuştur.

Amaç denklemi, yukarıdaki kısıtlar çerçevesinde siparişin aynı tip kazanda bir kerede veya eşit partiler halinde boyanarak toplam işlem süresini minimize etme yolunu açmak için oluşturulmuştur.

İlk modelle, siparişin bütün kazanların toplam devir sayısı en az olacak biçimde yani, boyama süresi minimize edilerek boyanması sağlanmıştır. İkinci modelle ise, her bir rengin tek bir tip kazanda boyanması, fakat; kazan kapasitesini aşacak bir boyama yapılacaksa eşit miktarlara bölerek aynı kazanda boyanması hali sağlanmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Önerilen Modelin Isparta Mensucat İplik Fabrikası Boyahanesinde Uygulanması

3.1. Isparta Mensucat A.Ş.'ne İlişkin Genel Bilgiler

Isparta Mensucat Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, bünyesinde Samur Halıları, ORS (Ortadoğu Rulman Sanayi), ve Burdur Mensucat Sanayi ve Ticaret Şirketini de bulunduran Hasan Aslan Şirketler Grubuna bağlı bir anonim şirkettir.

Firma 1987 yılının Ağustos ayında kurulmuş ve 1988 yılı Ekim ayında ilk tesis olan 25000 iğ kapasiteli Isparta-1 ring iplik tesisi faaliyete geçmiştir. Böyle 14 ay gibi kısa bir süre

içerisinde üretime geçilebilmesi hedefin doğru seçilerek gelişmeye önem verilmesinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu binadaki ikinci kademeyi oluşturan 25000 iğlik diğer kısım olan Isparta-2 tesisi ise bundan yedi ay sonra 1989 yılı Mayıs ayında işletmeye alınmıştır.

1991 yılında kapasiteyi artırmak amacıyla yine 25000 iğlik Isparta-3 ve 1993 yılı içerisinde yatırımın ikinci etabı olan Isparta-4 tesisleri faaliyete geçirilmiştir. Bundan sonra ise 1995 yılında, ring ipliği üretiminde ortaya çıkan kısa elyaflı pamuk teleflerinin iplik üretimine dönüşünü sağlayan Open-end teknolojisinde üretim yapan 1728 rotor kapasiteli Open-end tesisi kurulmuştur. Yatırımlar ihtiyaçlar ve talepler doğrultusunda devam ederek 1997 yılında İplik Boyahanesi ve 1998 yılında Burdur Mensucat Fabrikasında dokunan kumaşların işleneceği Kumaş Boya ve Terbiye İşletmesi devreye girmiştir. 1999 yılın ortalarında İplik ve Kumaş Terbiyesi tesislerinde kullanılan atık su arıtımı için Arıtma Tesisi ve 1999 yılı sonunda ise kendi enerji ihtiyaçlarını karşılamak ve enerji sıkıntısını aşmak için 10.7 MWatt gücünde fuel-oil yakıtlı bir elektrik santrali kurmuşlardır. Son olarak 2000 yılında 42000 iğlik Isparta-6 tesisi kurulmuş ve 2001 yılı başında faaliyete geçmiştir.⁴⁹

3.2. Uygulamanın Amacı

Uygulamanın amacı; Isparta Mensucat İplik Fabrikası, İplik Boyahane'sinde üretilen renkli iplik üretiminden yola çıkarak boyahanelerdeki; zaman, maliyet ve kalite açısından optimal bir çözüme ulaşarak üretimi planlamaktır.

3.3. Uygulama Bulguları

Uygulama; Isparta Mensucat İplik Fabrikası'nın Boyahanesinde, bir firmadan gelen bir sipariş doğrultusunda olacaktır. Bu uygulama bir örnek oluşturacaktır. Böylece bütün boyahanelerdeki üretim planlaması da aynı şekilde yapılabilecektir.

Boyahane'de gelişen işlem sıralaması şöyledir: İplik Boyama sipariş alınımına göre yapılır. Gelen siparişte iplik numarası, tipi, renk numarası ve istenen miktar(kg) bildirilir. Buna göre bir termin(siparişin teslim tarihi) istenir. Boyama işleminde göz önünde öncelikle bulundurulması gereken miktardır. Diğer özellikler; iplik numarası ve tipi, renk numarası; boyama işlemini direkt olarak etkilemeyen faktörlerdir. Çünkü, her renk numarasının değişik boya ve kimyasallardan oluşan reçeteleri vardır. İplik tipide o reçetede belirtilerek ve işletmeden temin edilerek boyama işlemi uygulanır. Miktar konusuna gelince; kapasitelerine göre 7 boyama kazanı ve 2 kurutma kazanı mevcuttur. Kazanlara ilişkin bilgiler Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1:Mevcut Kazanların Özellikleri

Adet	Kapasite (kg)	Cinsi	Numarası
1	500	Boya	5
2	250	Boya	6,7
3	130	Boya	1,2,3
1	50	Boya	4
1	130	Kurutma	1
1	250	Kurutma	2

Sipariş geldiğinde öncelikle amaç, istenen süre içinde, yani minimum zamanda, üstün kaliteli mal elde etmektir. Üstün kaliteli mal, öncelikle düşünülmesi gereken konudur. Çünkü kazanların kapasitelerine göre kaliteli mal boyayabilmesi için tam dolu olarak çalışması veya büyük parti malların eşit miktarda bölünerek kazanlara paylaştırılması(parti)

⁴⁹ **Isparta Mensucat Tanıtım Broşürleri**

istenen kalitede mal elde edilmesine vesile olur. Örneğin; 229 kg'lık bir sipariş için düşünüldüğünde çeşitli imkanlar vardır. Bunlar; 500'lükte boyanabileceği gibi, 2 parti halinde (115x2) 130'lukta; aynı zamanda 250'likte de boyanabilir. Bu durum, zaman faktörü göz önüne alındığında, 250'likte (bobinler yerleştirildikten sonra kalan bobin boşluğu sayısı 34 - tam doluya yakın), kalite göz önüne alındığında, (115x2) olmak üzere 130'lukta (15'er boşluk) boyanması uygundur. Böyle olasılıklarda genellikle 500'lük tercih edilmez. Çünkü kazanda bobinler yerleştikten sonra kalan bobin boşluğu sayısı (242) oldukça fazladır. Böyle bir boyama içindeki flote (alınan boya suyu miktarı) nedeniyle, verilecek takviye doğrultusunda; fazla boya, su, elektrik maliyeti ve emek kaybı çıkartacaktır. İşte bu uygulamada bütün bu üretim faktörlerin optimumuna gidilecektir. Kazanların yukarıda belirtilen bir takım özellikleri Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2: Mevcut Kazanlarla İlgili Diğer Özellikler

Kazan tipi	Kapasite (bobin sayısı olarak)	Kapasite (kg olarak)	Çalışma Saati	Kullanılan bobin tipi*
500'lük	450	495	10	Silindirik
250'lik	220	242	8	Silindirik
130'luk	130	130	7	Konik
50'lik	50	55	8	Silindirik

*130'luk kazanlarda 1'er kilogramlık bobinlerin("konik" diye adlandırılıyor), 500'lük, 250'lik, 50'lik kazanlarda 1,1'er kilogramlık bobinlerin("silindirik" diye adlandırılıyor) boyaması yapılır. Bunlar da boyama prosesini etkilemez. Fakat, işletmede 4 adet sarım makinesi vardır. İplikler boya kazanlarına girmeden önce o makinelerde plastik boya koniklerine aktarılır. Ve bu 4 makinenin sadece biri 130'luk kazan için konik bobin çıkartırken, üçü diğer kazanlar için silindirik bobin çıkartır.

Yani, kazanlar kullanılan bobin çeşidi olarak ikiye ayrılmaktadır. Buna göre, gelen sipariş doğrultusunda öncelikle bobinler uygun kazana ve konik veya silindirik olmasına göre ayarlanmak zorundadır.

Boyama işlemi bittikten sonra bobinler kurutulur. Firmalara gönderilmek üzere karton koniklere tekrar aktarılır. Ve paketlemeye gider.

Bu uygulamada sarım (aynı zamanda aktarım) makinelerinde ve kurutma makinelerinde harcanan süre göz önüne alınmayacaktır. Çünkü, boyama kapasitesine doğrudan etkisi yoktur.

Bu açıklamalar ışığında, örnek olarak ele alınan bir siparişin amaç fonksiyonlarını ve kısıt fonksiyonlarını belirleyerek ve bilgisayarda optimal çözümüne ulaşarak, uygulama, çok yönlü bir üretim planlaması olarak gerçekleştirilmiştir.

Uygulama amacıyla; Isparta Mensucat İplik Boyahanesi'ne Mayıs 2001 tarihine ait bir örnek olarak alınan sipariş aşağıdaki gibidir:

X firmasından, 20/1 KTR(karde-triko) ipliğin boyanacak renk numaraları ve miktarları Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3: Örnek Olarak Alınan Siparişte İstenen Renk Ve

Miktarları:

Renk no:	Sipariş Miktarı(kg)
3630-2	67
3541-1	550
5067-1	229

9362-1	524
8130-2	464
6196-1	135
3528-1	643

Yukarıdaki örneğe göre önerilen modellerden ilki aşağıdaki gibi düzenlenir:

Min Z= q1+p1+p2+p3

Kısıtlar:

$$\begin{aligned}
 55x_{11}+130x_{12}+242x_{13}+495x_{14} &\geq 67 \\
 55x_{21}+130x_{22}+242x_{23}+495x_{24} &\geq 550 \\
 55x_{31}+130x_{32}+242x_{33}+495x_{34} &\geq 229 \\
 55x_{41}+130x_{42}+242x_{43}+495x_{44} &\geq 524 \\
 55x_{51}+130x_{52}+242x_{53}+495x_{54} &\geq 464 \\
 55x_{61}+130x_{62}+242x_{63}+495x_{64} &\geq 135 \\
 55x_{71}+130x_{72}+242x_{73}+495x_{74} &\geq 643
 \end{aligned} \quad (I)$$

$$\begin{aligned}
 x_{11}+x_{21}+x_{31}+x_{41}+x_{51}+x_{61}+x_{71}-q_1 &\leq 0 \\
 x_{12}+x_{22}+x_{32}+x_{42}+x_{52}+x_{62}+x_{72}-q_2 &\leq 0 \\
 x_{13}+x_{23}+x_{33}+x_{43}+x_{53}+x_{63}+x_{73}-q_3 &\leq 0 \\
 x_{14}+x_{24}+x_{34}+x_{44}+x_{54}+x_{64}+x_{74}-q_4 &\leq 0
 \end{aligned} \quad (II)$$

$$\begin{aligned}
 q_1-p_1-0.333333q_2 &= 0 \\
 q_1-p_2-0.5q_3 &= 0 \\
 q_1-p_3-q_4 &= 0
 \end{aligned} \quad (III)$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad (IV)$$

Amaç fonksiyonu oluşturulurken; boyahanede bulunan dört tip kazanın toplam parti(devir) sayıları ve iki farklı kazan arasındaki parti bölünmesi gözönüne alınmıştır. Böylece ilk modelde; bütün siparişlerin en kısa zamanda boyanabilmesi sağlanmıştır.

I numaralı kısıtlar oluşturulurken; verilen siparişteki boyanacak iplik miktarlarının dört farklı kazanda, kazanların kapasitelerine bağlı olarak boyanabilmesi sağlanmıştır. Sağ taraf sabitleri, verilen siparişteki boyanacak farklı renk numaralarına dayanan farklı miktarlardır.

II numaralı kısıtlar oluşturulurken; siparişlerin dört ayrı tipteki kazanlarda, toplam parti(devir) sayıları eşit olması sağlanmıştır.

III numaralı kısıtlar oluşturulurken; her tip kazanın, toplam adetlerine göre bir eşitleme yapılmıştır. Yani; birinci tipteki ve dördüncü tipteki kazanlardan birer tane, ikinci tipteki kazanlardan üç tane, üçüncü tipteki kazanlardan iki tane mevcuttur.

IV numaralı kısıtlar oluşturulurken, değişkenler kazanların çalıştırılacağı parti (devir) sayısını belirlediklerinden dolayı pozitiflik kısıtının yanında tamsayı olma şartının gereği için konulmuştur.

Bunlara göre; birinci modelin LINDO Paket Programı kullanılarak bulunan çözümü aşağıdaki gibidir:

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X12	1.000000	0.000000
X21	1.000000	1.000000
X24	1.000000	0.000000
X33	1.000000	0.000000
X41	1.000000	1.000000
X44	1.000000	0.000000

X53	2.000000	0.000000	
X63	1.000000	0.000000	
X72	5.000000	0.000000	

Q1	2.000000	0.000000
Q2	6.000006	0.000000
Q3	4.000000	0.000000
Q4	2.000000	0.000000

Bu sonuçlara göre; verilen sipariş en kısa zamanda, toplam iki devirde boyanabilmektedir. Birinci sipariş; ikinci tip kazanda bir devirde, ikinci sipariş; birinci ve dördüncü tip kazanlarda birer devirde, üçüncü sipariş; üçüncü tip kazanda bir devirde, dördüncü sipariş; birinci ve dördüncü tip kazanlarda birer devirde, beşinci sipariş; üçüncü tip kazanda iki devirde, altıncı sipariş üçüncü tip kazanda bir devirde ve yedinci sipariş; ikinci tip kazanda beş devirde en kısa zamanda boyanabilmektedir. $Z=2$ çıkmıştır. Bu; toplam iki devir yapılarak bu siparişin boyanabileceğini göstermektedir. Yani kazanların çalışma saatlerini göz önüne alırsak; en uzun sürede boyama yapan kazan dördüncü tip kazan (500'lük kazan: çalışma süresi 10 saat) olup, $2 \times 10 = 20$ saatte boyama işlemi tamamlanacaktır. Kazanların çalışma sürelerine ilişkin bilgiler Tablo 2 de görülmektedir.

Yukarıdaki örnek için önerilen modellerden ikincisi ise aşağıdaki gibi düzenlenebilir:

Min $Z=y_1$

Kısıtlar:

$$x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}=1$$

$$x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}=1$$

$$x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34}=1$$

$$x_{41}+x_{42}+x_{43}+x_{44}=1$$

(I)

$$x_{51}+x_{52}+x_{53}+x_{54}=1$$

$$x_{61}+x_{62}+x_{63}+x_{64}=1$$

$$x_{71}+x_{72}+x_{73}+x_{74}=1$$

$$2x_{11}+10x_{21}+5x_{31}+10x_{41}+9x_{51}+3x_{61}+12x_{71}-y_1=0$$

$$x_{12}+5x_{22}+2x_{32}+5x_{42}+4x_{52}+2x_{62}+5x_{72}-3y_2=0 \quad (II)$$

$$x_{13}+3x_{23}+1x_{33}+3x_{43}+2x_{53}+1x_{63}+3x_{73}-2y_3=0$$

$$x_{14}+2x_{24}+x_{34}+2x_{44}+x_{54}+x_{64}+2x_{74}-y_4=0$$

$$p_1-y_1=0$$

$$p_2-3y_2=0$$

$$p_3-2y_3=0$$

$$p_4-y_4=0$$

(III)

$$y_1-y_2>0$$

$$y_1-y_3>0$$

(IV)

$$y_1-y_4>0$$

$$X_{ij}=0 \text{ veya } 1$$

(V)

Amaç Fonksiyonu oluşturulurken; yüksek kalitede iplik üretebilmek için, bir renk numaralı siparişi, bir tip kazanda, bir veya birden fazla devirde boyanabilmesi şartı konulmuştur.

I numaralı kısıtlar oluşturulurken; bir renkteki siparişi tek bir kazanda bir devir çalıştıktan sonra, diğer tipteki kazanlarda çalışmama durumu sağlanmıştır.

II numaralı kısıtlar oluşturulurken; bir numaralı renkten boyanacak iplik miktarının, kazan kapasitelerine bölünmesiyle bulunan katsayılar konulmuştur. Böylece, kazan tipleri arasındaki sayı farkları dengelenmiştir.

III numaralı kısıtlar oluşturulurken; her tipteki kazanların çalıştırılacağı devir sayısı belirlenmesi sağlanmıştır.

IV numaralı kısıtlar oluşturulurken; kaliteli mal üretimi yanında harcanan sürenin de kısıtlanması amaçlanmıştır. Böylece toplam işlem süresinin de kısıtlanması sağlanmıştır.

V numaralı kısıt ise; pozitiflik kısıtının yanında değişkenlerin 0-1 değerlerinden birini almaları gereğini sağlamak için konulmuştur.

Bunlara göre ikinci modelin LINDO paket programı kullanılarak elde edilen çözümü aşağıdaki gibidir:

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 3.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X12	1.000000	0.000000
X24	1.000000	0.000000
X33	1.000000	0.000000
X42	1.000000	0.000000
X54	1.000000	0.000000
X61	1.000000	3.000000
X73	1.000000	0.000000
Y1	3.000000	0.000000
Y2	2.000000	0.000000
Y3	2.000000	0.000000
Y4	3.000000	0.000000
P1	3.000000	0.000000
P2	6.000000	0.000000
P3	4.000000	0.000000
P4	3.000000	0.000000

Bu sonuçlara göre verilen sipariş toplam üç devirde, en kaliteli biçimde boyanabilmektedir. Bir numaralı sipariş ikinci tipteki kazanda, iki numaralı sipariş dördüncü tipteki kazanda, üç numaralı sipariş üçüncü tipteki kazanda, dört numaralı sipariş ikinci tipteki kazanda, beş numaralı sipariş dördüncü tipteki kazanda, altı numaralı sipariş birinci tipteki kazanda, yedi numaralı sipariş üçüncü tipteki kazanda boyanmıştır. Birinci tipteki kazan üç devir, ikinci tipteki kazan iki devir, üçüncü tipteki kazan iki devir, dördüncü tipteki kazan üç devir yapmıştır. Böylece, birinci tipteki kazan üç kere, ikinci tipteki kazan altı kere, üçüncü tipteki kazan dört kere, dördüncü tipteki kazan üç kere kullanılmıştır. Yani; ikinci modele göre $Z=3$ çıkmıştır. Kazanların çalışma saatleri göz önüne alındığında $3 \times 10 = 30$ saatte siparişin boyama işlemi tamamlanmaktadır.

Bu sonuçlar ışığında; birinci model süre kısıtlı olduğunda, ikinci model ise süre kısıtlı olmadığı hallerde kullanılmalıdır. Birinci model sadece süreyi minimize etmeyi amaçlarken; ikinci model kaliteli bir boyama işlemini sağlamak amacıyla kullanılmalıdır.

SONUÇ

İşletmelerin başlıca sorunlarından birisi olan, mevcut kapasiteyi en iyi şekilde değerlendirmek ancak iyi bir üretim planlaması yapılarak sağlanabilir. Sorunların üretim planlaması yardımıyla değerlendirilebilmesi için kantitatif çözümlere ulaştırın yöntem araştırması tekniklerinden birisi olan doğrusal programlama metodu kullanılır. Doğrusal programlama tekniği ile, üretim planlamasında optimal çözüme ulaşılır. Böylece işletmelerin amaçladığı minimum maliyet veya maksimum kar sağlama hedefine ulaşılmış olur.

Bu çalışmada, her iplik boyahanesine kolayca uygulanabilecek iki ayrı model önerisinde bulunulmuştur. Bu iki model, Isparta Mensucat İplik Fabrikası Boyahanesi'nde üretim planlaması yapılarak, doğrusal programlama metodu ile çözüme ulaştırılmıştır. Gelen siparişler doğrultusunda çalışan iplik boyahanesinde olabilecek üretim kayıpları önlenerek maksimum kalitede iplik üretimi sağlanmıştır.

Birinci modelde, gelen sipariş, "eldeki kaynaklarla en kısa zamanda nasıl müşteriye ulaştırılır" sorununa cevap getirilmiştir. İkinci modelde ise, kalite ön planda, zaman ikinci planda olmak üzere "kaliteli iplik üretimi nasıl sağlanır" sorununa çözüm bulunmuştur. Buna göre, Isparta Mensucat iplik boyahanesine, yedi ayrı renk ve miktarda gelen bir sipariş örnek olarak alınmış ve bir uygulama yapılmıştır.

Bu uygulama sonucunda; önerilen birinci modele göre çözüldüğünde, birinci sipariş; ikinci tip kazanda bir devirde, ikinci sipariş; birinci ve dördüncü tip kazanlarda birer devirde, üçüncü sipariş; üçüncü tip kazanda bir devirde, dördüncü sipariş; birinci ve dördüncü tip kazanlarda birer devirde, beşinci sipariş; üçüncü tip kazanda iki devirde, altıncı sipariş üçüncü tip kazanda bir devirde ve yedinci sipariş; ikinci tip kazanda beş devirde olmak üzere, boyama işleminde kullanılan zaman minimize edilmiştir. Bütün kazanların aynı sürede boyama işlemini bitirdiğini varsayarak, toplam iki devir çalıştırılarak (20 saat içinde) bu siparişin boyama işlemi bitirilmiştir.

Önerilen ikinci modele göre çözüldüğünde, verilen sipariş toplam üç devirde, en kaliteli biçimde boyanabilmektedir. İstenen kalite verilen sipariş miktarının kazan kapasitesine sığmaması durumunda eşit miktarda bölünerek aynı kazanı ikinci bir devir yaptırmakla mümkün olmaktadır. Bu çözüme göre; bir numaralı sipariş ikinci tipteki kazanda, iki numaralı sipariş dördüncü tipteki kazanda, üç numaralı sipariş üçüncü tipteki kazanda, dört numaralı sipariş ikinci tipteki kazanda, beş numaralı sipariş dördüncü tipteki kazanda, altı numaralı sipariş birinci tipteki kazanda, yedi numaralı sipariş üçüncü tipteki kazanda boyanmıştır. Birinci tipteki kazan üç devir, ikinci tipteki kazan iki devir, üçüncü tipteki kazan iki devir, dördüncü tipteki kazan üç devir yapmıştır. Böylece, birinci tipteki kazan(1 adet) üç kere, ikinci tipteki kazan(3 adet) altı kere, üçüncü tipteki kazan(2 adet) dört kere, dördüncü tipteki kazan(1 adet) üç kere kullanılmıştır. Siparişin, toplam 30 saat içinde boyama işlemi bitirilmiştir.

Sonuç olarak; bütün iplik boyahanelerinin çalışma sistemi aynı olduğu için, önerilen modeller, diğer işletmelerde de kolayca kullanılabilir. Böylece uygulamada elle ve deneme yanılma yöntemiyle yapılan üretim planlaması, daha kolay ve kısa sürede bu iki modelden biri kullanılarak yapılabilir. Bu şekilde, eldeki imkanlar da gözönüne alınarak etkin bir üretim sağlanabilmektedir.

İki modeli karşılaştırsak; ilk modelle, 20 saatte boyama işlemi tamamlanırken; ikinci modelle, 30 saatte fakat daha kaliteli bir boyama işlemi yapılmaktadır. Her iki model de

kullanım amacına yönelik olarak, fayda sağlamaktadır. Yani, birinci planda düşünülmesi gereken siparişin yetişme süresi ise; birinci modelin uygulanması, boyama süresi ikinci planda, öncelikli olarak düşünülmesi gereken kaliteli boyama sağlamak ise; ikinci modelin uygulanması faydalıdır.

KAYNAKÇA

ASLAN Demir, ***Mühendisler Ve İşletmeciler İçin Üretim Planlama***, Bilgehan Basımevi, Bornova, İzmir, 1985.

ASLAN Demir, ***Üretim Planlama ve Kontrol I-II***, Ege Üniv. Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 1339, İzmir, 1981.

BARUTÇUGİL İsmet S., ***Üretim Sistemi ve Yönetimi Teknikleri***, Genişletilmiş 2. Baskı, Uludağ Üniv. Yayınları, Bursa, 1988.

ESİN Alptekin, ***Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri***, 3.Basım, Gazi Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1998.

GÖKSU Ali, ***Doğrusal Programlama ve Sümer Halı A.Ş. Isparta Halı Fabrikasında bir Optimizasyon Uygulaması***, Sivas, 1998.

GÜRDOĞAN Nazif, **Üretim Planlamasında Doğrusal Programlama Ve Demir Çelik Endüstrisinde Bir Uygulama**, Ankara Üniv. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No:473, 100.Doğum Yılında Atatürk'e Armağan Dizisi:14, Ankara, 1981.

HALLAÇ Osman, **Kantitatif Karar Verme Teknikleri, (Yöneylem Araştırması)**, 3.Baskı, Evrim Dağıtım,İstanbul, 1991.

Isparta Mensucat Tanıtım Broşürleri.

KARAYALÇIN İlhami, **Yöneylem "Harekat" Araştırması, Operations Research, Kantitatif Karar Verme Yöntemleri**, Geliştirilmiş 3. Baskı, Menteş Kitabevi, İstanbul, 1993.

KOBU Bülent, **Üretim Yönetimi**, 10.Baskı, İstanbul Üniv. İşletme Fakültesi, İşletme, İşletme İktisadı Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı, Yayın No: 04, İstanbul, 1998.

KOÇER Melih, **Harekat Araştırması ve Analiz Teknikleri**, Ankara Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Yayınları No:3, İşletme Mühendisliği Bölümü No:3, Ankara, 1981.

LOWE P.H.,**Üretim Planlaması**, İstanbul Reklam Yayınları:11, 1972.

ÖMÜRBEK Nuri, **Doğrusal Programlama Tekniği ile Üretim Planlaması ve Isparta Fruko-Tamek Fabrikasında Uygulama**, Isparta, 1996.

ÖZGÜVEN Cemal, **Doğrusal Programlama**, Erciyes Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kayseri, 1986.

ÖZKAN Şule, **Yöneylem Araştırmaları I.**, Atatürk Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Araştırma Merkezi Ders notları:93, Erzurum, 1983.

ÖZTÜRK Ahmet, **Yöneylem Araştırması**, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 1994.

ÖZTÜRK Ahmet, **Yöneylem Araştırması**, V.Baskı, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa, Ekim, 1997.

SARIASLAN Halil, **Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama**, A. Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, 1986.

SAYGILI İrfan, **Üretim Yönetiminin Fonksiyonları**, İşletme Fakültesi, Yayın No:244, İstanbul, 1991.

ŞEN Salim, **Temel üretim Yönetimi, (İlkeler ve Uygulamalar)**, İşletme Yönetimi Bölümü, İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Neşriyat ve Yardım Bürosu, Ankara, 1974.

ŞENEL Musa, **Doğrusal Programlama Metodu ile Üretim Planlaması ve bir Tekstil İşletmesinde Uygulama**, Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, No:110/64, Sevinç Matbaası, Ankara, 1974.

TEKİN Mahmut, **Üretim Yönetimi**, Cilt I, Selçuk Üniv., İ.İ.B.F. Öğretim Üyesi, Konya, 1996.

TÜTEK Hülya, GÜMÜŞOĞLU Şevkinaz, **Sayısal Yöntemler, Yönetmel Yaklaşım**, İstanbul, 1994.

YAMAK Oygur, **Üretim Yönetimi, Sistemler, İlkeler Ve Teknikler**, Marmara Üniv., İktisadi ve idari bilimler fakültesi, işletme bölümü, üretim yönetimi ve pazarlama ana bilim dalı, İstanbul, 1994.

YILMAZ Zekai, **Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi**, Uludağ Üniv. Basımevi, Uludağ Üniv. Yayınları, No:3-053-0161, 1988.